

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3106853号  
(P3106853)

(45)発行日 平成12年11月6日(2000.11.6)

(24)登録日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号

B 6 0 L 9/18

3/00

H 0 2 P 5/41

3 0 3

F I

B 6 0 L 9/18

3/00

H 0 2 P 5/41

J

J

3 0 3 Z

請求項の数 2 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-123438

(22)出願日 平成6年6月6日(1994.6.6)

(65)公開番号 特開平7-336807

(43)公開日 平成7年12月22日(1995.12.22)

審査請求日 平成10年9月7日(1998.9.7)

(73)特許権者 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 社本 純和

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

審査官 千馬 隆之

(56)参考文献 特開 平3-253202 (J P, A)

特開 平2-253202 (J P, A)

特開 平5-220677 (J P, A)

実開 昭61-49599 (J P, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)

B60L 1/00 - 15/42

(54)【発明の名称】 電気自動車の駆動制御装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 走行用モータとして同期モータを備える車両に搭載され、走行用モータを駆動制御する電気自動車の駆動制御装置において、

トルクが付与されているにもかかわらず走行用モータがほぼ停止しているストール状態を検出する手段と、上記状態が検出された場合に、車両の後退速度又は加速度が所定速度以下となるよう、走行用モータのトルクを低減制御する手段と、

を備えることを特徴とする電気自動車の駆動制御装置。 10

【請求項2】 請求項1記載の電気自動車の駆動制御装置において、

上記状態の継続に関する許容時間を走行用モータに付与されているトルクに基づき設定する手段と、

設定された許容時間を越えて上記状態が継続している場

2

合にのみ上記低減制御を実行させる手段と、を備えることを特徴とする電気自動車の駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、走行用モータとして同期モータを備える車両に搭載され、走行用モータを駆動制御する電気自動車の駆動制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図3には電気自動車の一例構成が示されている。この構成においては走行用モータ10として三相交流モータが使用されており、その駆動電力はインバータ12を介してバッテリー14から供給されている。すなわち、バッテリー14の放電電力はインバータ12により三相交流電力に変換され、走行用モータ10に駆動電力として供給される。インバータ12は、走行用モータ

10の各相コイルに対応して各1対のパワースイッチング素子を備えており、これらのスイッチング素子のスイッチングにより上述の電力変換を行っている。図中、U相コイルに対応するスイッチング素子はU<sup>+</sup>及びU<sup>-</sup>により、V相コイルに対応するスイッチング素子はV<sup>+</sup>及びV<sup>-</sup>により、W相コイルに対応するスイッチング素子はW<sup>+</sup>及びW<sup>-</sup>により、それぞれ表されている。

【0003】走行用モータ10の出力は、制御部16によって制御されている。すなわち、制御部16には、要求される出力を示すアクセル開度A<sub>cc</sub>及び走行用モータ10に付設した回転センサにより検出されるモータ10の回転数Nが入力され、制御部16はこれらに基づきトルク指令を生成する。トルク指令は走行用モータ10に要求する出力トルクであり、制御部16はこれに基づきPWM(パルス幅変調)信号を生成してインバータ12の各スイッチング素子に供給する。これにより、走行用モータ10の各相コイルには交番する三相交流電流が流れ、走行用モータ10にはアクセル開度A<sub>cc</sub>等に応じた値の出力トルクが付与される。

【0004】走行用モータ10としては、例えば永久磁石型同期モータを用いることができる。永久磁石型同期モータは単位体積当たり界磁起磁力が大きいので走行用モータ10の小形大容量化に適している。しかし、永久磁石型同期モータのような同期モータにおいては、停止状態において発熱が生じることに注意する必要がある。すなわち、誘導モータのようにすべり周波数に応じた交番磁界を発生させなければ停止しないモータと異なり、同期モータでは、停止している状態ではいずれか1個の相に係るスイッチング素子及びコイルに電流が集中し、発熱が生じる。

【0005】例えばスイッチング素子U<sup>+</sup>、V<sup>-</sup>及びW<sup>-</sup>がオンしておりU<sup>-</sup>、V<sup>+</sup>及びW<sup>+</sup>がオフしている状態で走行用モータ10が停止したとする。この場合、永久磁石型同期モータではすべりが生じないから、図4に示されるように、インバータ12中のオンしているスイッチング素子や走行用モータ10の各相コイルに流れる電流は直流となる。また、その中でも、スイッチング素子U<sup>+</sup>及びU相コイルに流れる電流(I)は、スイッチング素子V<sup>-</sup>及びW<sup>-</sup>並びにV相及びW相コイルに流れる電流(I/2)の倍となる。従って、スイッチング素子U<sup>+</sup>及びU相コイルは他のスイッチング素子及びコイルよりも顕著に発熱する。このように、停止状態においてはインバータ12や走行用モータ10には局部発熱が発生する。このような停止による局部発熱は、特に、ストール発生時、すなわち登坂状態で勾配が大きい場合モータが停止した場合に生じ得る。

【0006】このような不具合を防止するためには、インバータ12の各スイッチング素子や走行用モータ10の各相コイルの温度を検出し、温度が所定値以上となった場合にトルク指令を低減すればよい(温度検出結果に

基づく発熱防止技術に関しては例えば実開昭59-126599号を参照のこと)。すなわち、トルク指令値を低減することで、モータに流れる電流値自体を小さくしてモータコイルの発熱を抑制している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、登坂路において、ドライバーのアクセルの調節により車両が後退しない程度のモータトルクを与えているような場合、上述の方法にてモータ保護のため単にトルクを抜くと、車両が急に後退し、ドライバーのフィーリングを悪化させる恐れがあった。これは、安全な運行に支障とはならないもの、操縦者の不安を招く。

【0008】本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、トルク指令値の低減制御を行う際の後退速度を制限すると共に、局部発熱の発生を推定することにより、温度センサを多数設けることなく局部発熱を防止し、かつ車両の急激な後退のないより安心して操車できる電気自動車を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、走行用モータとして同期モータを備える車両に搭載され、走行用モータを駆動制御する電気自動車の駆動制御装置において、トルクが付与されているにもかかわらず走行用モータがほぼ停止しているストール状態を検出する手段と、上記状態が検出された場合に、車両の後退速度又は加速度が所定速度以下となるよう、走行用モータのトルクを低減制御する手段と、を備えることを特徴とする。

【0010】本発明は、さらに、上記状態の継続に関する許容時間を走行用モータに付与されているトルクに基づき設定する手段と、設定された許容時間を越えて上記状態が継続している場合にのみ上記低減制御を実行させる手段と、を備えることを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明においては、ストール状態の検出が実行される。ストール状態が検出されると、これに応じて走行用モータのトルクが低減制御される。従って、本発明においては、登坂路においてストール状態が発生するとトルク低減制御によって車両の後退が生じる。しかし、この後退は、急激なものとはならない。すなわち、車両の後退速度又は加速度が所定速度以下となるようトルク低減制御が行われるため、後退速度や加速度が制限され、操縦者が不安を感じることがなくなる。また、トルクの低減制御が行われると、同期モータとして構成された走行用モータにおいて電流が交番し始めるから、電流の一相集中が防止される。従って、ストール状態が発生したとしても、走行用モータその他の電力回路に顕著な局部発熱が生じることがない。また、ストール状態は、走行用モータにトルクを付与しているにもかかわらず速

度がほぼ0となる状態であるから、温度とは無関係に検出できる。従って、本発明においては、温度センサを設けることなく局部発熱が防止される。

【0012】本発明においては、さらに、ストール状態が許容時間を越えて継続している場合にのみトルク低減制御が実行される。また、この許容時間は、走行用モータに付与されているトルクに基づき設定されるため、走行用モータ等にも流れるトルク電流の値に応じて、すなわち発生するであろう局部発熱の程度を推定しながら、トルク低減制御が開始されることになる。従って、ストール状態が継続している時間が局部発熱が問題にならない程短時間である場合、トルク低減制御が実行され車両が後退することがない。

【0013】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例について図面に基づき説明する。なお、本発明は、図3に示される装置構成下で実施可能であるため、以下の実施例においては図3の装置構成を前提する。ただし、本発明は図3の装置構成の細部に限定を要するものではない。

【0014】図1には、本発明の一実施例における制御部16の動作の流れが示されている。この図に示される動作の流れは、本発明の特徴に係るストール発生時の制御動作を含んでいる。

【0015】この図の動作においては、まず、制御部16は、入力されるアクセル開度Acc及び回転センサ18によって検出される走行用モータ10の回転数Nに基づきトルク指令を計算する(100)。このトルク指令はアクセル開度Accに基づき計算されるトルク指令であり、トルク指令 $T^*_{q_a}$ として実際に出力されないことがあるため、以下、 $T^*_{q_a}$ と表わす。ステップ100においては、アクセル開度Accに基づき計算されたトルク指令 $T^*_{q_a}$ が、トルク指令 $T^*_q$ に代入される。

【0016】次に、制御部16は、ストール検出を行う(102、104)。ここに、ストール状態とは、走行用モータ10にトルクが付与されているにもかかわらず車両が走行していない状態である。従って、ストール状態は、トルク指令 $T^*_{q_a}$ がある程度以上に大きくかつ車速がほぼ0であることを検出することにより、検出することができる。そのため、制御部16は、トルク指令 $T^*_{q_a}$ が静止トルク許容量値 $T_{M0}$ より大きいかな否かの判定(102)及び車速 $v$ がほぼ0であるかな否かの判定(104)を行っている。ここに、静止トルク許容量値 $T_{M0}$ は、走行用モータ10静止時における許容電流 $I_{M0}$ に対応している。許容電流 $I_{M0}$ は、走行用モータ10が静止している状態であってもこの許容電流 $I_{M0}$ を越える電流が流れなければ特にストールに対応した特別な制御を行う必要がないような値に設定される。更に、車速 $v$ は、回転センサ18によって検出される走行用モータ10の回転数Nに基づき計算される。制御部16は、トルク指令 $T^*_{q_a}$ が静止トルク許容値 $T_{M0}$ より

大きくかつ車速 $v$ がほぼ0である場合にのみ、ストールに対応する制御を実行し、それ以外の場合には、ステップ100において計算されたトルク指令 $T^*_{q_a}$ に基づき、走行用モータ10のトルクを制御する(106)。

【0017】ステップ102及び104によってストール状態が検出された場合、制御部16は、まずステップ108を実行する。ステップ108においては、ストール許容時間 $T_o$ がトルク指令 $T^*_{q_a}$ 、すなわちアクセル開度Accに基づき計算されたトルク指令 $T^*_{q_a}$ に基づき計算される。その際に使用される関係 $T_o = f(T^*_{q_a})$ は例えば図2に示されるような関係である。すなわち、トルク指令 $T^*_{q_a}$ が大きくなるほど、許容時間 $T_o$ は短く設定される。これは、トルク指令 $T^*_{q_a}$ が大きく従って走行用モータ10に多大な電流が流れている場合には、ストール状態を長時間許容しておくことができないためである。制御部16は内蔵するタイマによって時間の経過をカウントし(110)、カウントした時間 $t$ が設定されたストール許容時間 $T_o$ を越えたか否かを判定する(112)。時間 $t$ がストール許容時間 $T_o$ を越えていない場合には、次に述べるトルク低減制御への移行は一旦保留し、トルク指令 $T^*_{q_a}$ に基づく走行用モータ10のトルク制御を実行する(106)。

【0018】ステップ112において時間 $t$ がストール許容時間 $T_o$ を越えていると判定された場合、制御部16は、 $T^*_{q_a} - k(v^* - v)$ を、トルク指令 $T^*_q$ に代入する(114)。ここに、 $v^*$ は車速 $v$ の制御目標であり、 $k$ は定数である。後述するステップ116～120を経てこのトルク指令 $T^*_q$ に基づくトルク制御が行われると、走行用モータ10の出力トルクが $k(v^* - v)$ 相当分だけ低減されることとなるため走行用モータ10の各相コイルやインバータ12の各スイッチング素子に流れる電流が交番し始め、電流の一相集中が生じなくなる。これにより、ストールに起因した走行用モータ10やインバータ12の局部発熱が防止される。更に、その際のトルク指令の低減量は、設定車速 $v^*$ に対する実際の後退車速 $v$ の誤差により定められている。従って、ステップ114におけるトルク指令 $T^*_q$ の低減、ひいては走行用モータ10の出力トルクの低減によって生じる車両の後退は、急激なものとなることがない。すなわち、後退速度 $v$ は、設定車速 $v^*$ となるよう制御・制限されることになるため、車両操縦者が急激な後退による不安を感じることもない。

【0019】ステップ114実行後に実行されるステップ116は、トルク指令 $T^*_q$ が0未満であるかな否かの判定である。このステップは、走行用モータ10の逆転力行を防止するために実行される。すなわち、ステップ114によるトルク指令 $T^*_q$ の低減の結果トルク指令 $T^*_q$ が負の値となった場合、このトルク指令 $T^*_q$ をそのままステップ106におけるモータトルク制御に供してしまうと、走行用モータ10が逆転力行してしま

う。このような事態を防止すべく、ステップ116においては、トルク指令 $T^*_{q_a}$ が負であるか否かが判定され、負である場合には続くステップ118においてトルク指令 $T^*_{q_a}$ に0が設定された上でステップ106が実行される。

【0020】ステップ116においてトルク指令 $T^*_{q_a}$ が負でないと判定された場合には、ステップ120により、車速 $v$ がほぼ0であるか否かの判定が行われる。すなわち車速 $v$ がほぼ0か否かの判定により平地か否かの判定が行われ、平地であると判定された場合にはステップ118に移行してトルク指令 $T^*_{q_a}$ に0が設定される。それ以外の場合にはステップ106に移行し、ステップ114において設定されたトルク指令 $T^*_{q_a}$ に基づく制御が実行される。

【0021】このように、本実施例によれば、ストール状態を検出し走行用モータ10のトルク低減制御を行っているため、走行用モータ10として永久磁石型同期モータを使用しているにもかかわらず、多数の温度センサを設けることなく、走行用モータ10やインバータ12の局部発熱を防止することができる。また、トルク低減制御に当って設定車速 $v^*$ に対する車速 $v$ の誤差に基づきトルク指令低減量を決定しているため、走行用モータ10の出力トルクを低減するのに伴い車両が後退する際その後退速度 $v$ が設定車速 $v^*$ により制限されることとなり、車両操縦者に対して不安を与えることがない。加えて、トルク指令 $T^*_{q_a}$ の値に応じてストール許容時間 $T_o$ を設定し、設定したストール許容時間経過後にトルク低減制御を実行するようにしているため、トルク低減制御を実行する頻度を抑制することができる。

【0022】なお、以上の説明ではストール時間 $T_o$ を参照してトルク低減制御を実行したが、モータ10やインバータ12の温度を参照してもよい。本制御の初期時、すなわち車速0から $v^*$ となるまでの間を極めて緩い変化率（加速度）で変化させるように制御してもよい。また、本実施例のように一定速度の制御ばかりでなく、所定の加速度（限りなく0に近い）以下となるようにトルクを低減してもよい。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ストール状態を検出し車両の後退速度又は加速度が所定速度以下となるよう走行用モータのトルクを低減制御するようにしたため、トルク低減制御による車両の後退等は急激なものとはならず、後退により操縦者が不安を感じることがなくなる。また、温度センサを設けることなく走行用モータその他の電力回路に顕著な局部発熱が生じることを防ぐことができる。

【0024】本発明によれば、さらに、許容時間を走行用モータに付与されているトルクに基づき設定し、ストール状態が許容時間を越えて継続している場合にのみトルク低減制御を実行するようにしたため、局部発熱が問題にならない短時間にもかかわらずトルク低減制御が実行され車両が後退することを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における制御動作の流れを示すフローチャートである。

【図2】この実施例におけるトルク指令とストール許容時間の関係を示す図である。

【図3】電気自動車の一例装置構成を示す図である。

【図4】停止状態におけるモータ電流状態を示す回路図である。

【符号の説明】

10 走行用モータ

12 インバータ

14 バッテリ

16 制御部

18 回転センサ

$U^+$ 、 $U^-$ 、 $V^+$ 、 $V^-$ 、 $W^+$ 、 $W^-$  スイッチング素子

$A_{cc}$  アクセル開度

$N$  回転数

$T^*_{q_a}$  アクセル開度に基づき計算されたトルク指令

$T^*_{q_c}$  制御に用いられるトルク指令

$T_{Mo}$  静止トルク許容値

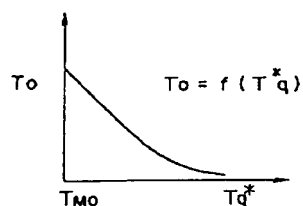
$v$  車速

$T_o$  ストール許容時間

$v^*$  設定車速

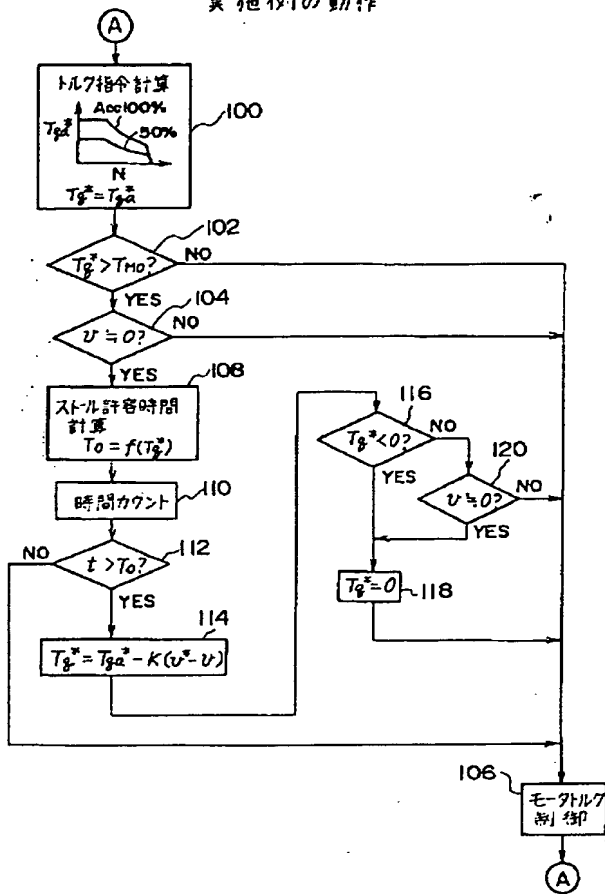
【図2】

トルク指令とストール許容時間の関係



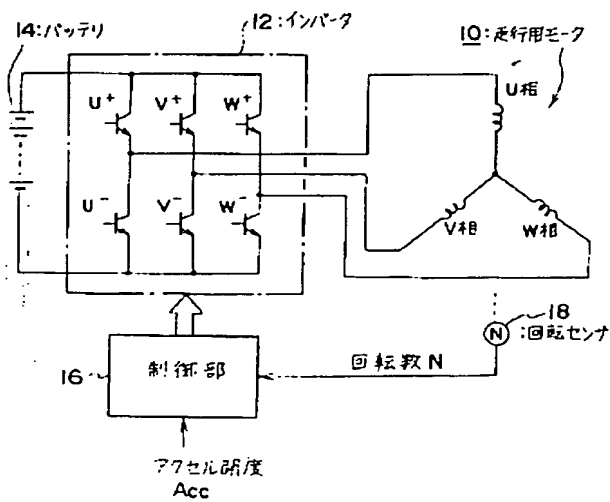
【図1】

実施例の動作



【図3】

装置構成



【図4】

停止状態でのモータ電流の流れ方

